異周速加熱圧延による AZ31 マグネシウム合金板の性質

日大生産工(院) 五十嵐 大輔 日大生産工 菅又 信,金子 純一,久保田 正広

1. 緒言

Mg は実用金属中最も軽量であり,比強度, 減衰能特性など様々な優れた特性を持つ.また,リサイクル性にも優れ,海水中にも豊富 に含まれることからアルミニウムの代替材 としての利用が増えつつある.

しかし,板材からのプレス製品として利用 するには,常温での成形性に劣ることや強い 異方性を示すことなど,様々な課題があり板 材の使用量は極めて少ない.

本研究では,新しく導入した異周速加熱ロ ール圧延機により,通常の同周速圧延に比べ て高いひずみを付与して,Mg 合金板を作製 し,その機械的性質,集合組織,成形加工性 を評価する.プレス成形性に優れたMg 合金 板材を得ることが最終的な目的である.

2. 圧延板作製方法

直径 155mm の AZ31 合金鋳塊(厚さ 5.0mm)から 100mm 角のブロックを切り出 して,両面を厚さ 3.0mm まで面削した.そ の後,Ar ガス雰囲気中で 673K,1440min の均質化熱処理を施し圧延スタート材とし た.

圧延はすべて1パスあたりの圧下率を10% とした.圧延は,同周速圧延(Symmetric rolling)と異周速圧延(Asymmetric rolling) の2条件で行う.Table.1に上下ロール駆動 歯車のギア比と圧延速度を示す.異周速圧延 では上ロールの速度を高くした.

Table.1 Gear ratio and roll speed of finish rolling

Rolling	Upper gear teeth	Lower gear teeth	Gear ratio	Upper roll speed (m/min)	Lower roll speed (m/min)
S	28	28	1:1	3.00	3.00
A	20	36	1.8:1	3.00	1.67

圧延板の最終板厚は 0.8mm であり, 圧延 条件はアルファベットと数字を用いて表記 した.アルファベットは異周速と同周速を区 別して,数字の下二桁が圧延温度である.な お,上二桁は圧延スタート時の鋳塊の厚さで ある.Table.2 に圧延条件と板材の名称を示 す.

ロール面には黒鉛系潤滑剤を圧延前に塗 布した.なお,異周速圧延は潤滑剤の塗布を 再度行うため5パス目で中間焼きなまし(圧 延温度で10min)を行ない,その後最終パス まで続けて圧延を行った.同周速圧延につい ては,中間焼きなましを加えずに最終板厚ま で圧延した.

なお,圧延を全く行わない鋳造材について も厚さ 0.8mm に加工して諸特性を調べた. A0320 の条件による板材は作製途中である.

Table.2 Rolling conditions of test sheet

Thickness before rolling (mm)	Gear	Tempereture of roll ()	Thickness (mm)	Designation	Total rolling reduction (%)
3	S	200	0.8	S0320	73.3
		250		S0325	
		300		S0330	
	A	200		A0320	
		250		A0325	
		300		A0330	

3. 試験方法

3.1 組織観察

各圧延板,および鋳塊から10mm角程度の 大きさに切り出した試料を樹脂に埋め,エメ リー紙で研磨した後バフ仕上げを行った試 験片にエッチング処理を行ない,組織観察を 行った.倍率は500倍を用いて,チンマー法 により平均結晶粒径を求めた.

Properties of asymmetrically rolled AZ31 magnesium alloy sheets by heated roll mill.

Daisuke IGARASHI, Makoto SUGAMATA, Junichi KANEKO and Masahiro KUBOTA

3.2 硬さ試験

樹脂に埋め込んだ試験片の硬さをビッカ ース硬度計で測定した.異周速圧延板,同周 速圧延板ともに上ロール接触面を硬さの測 定面とした.

3.3 引張試験

各圧延板より圧延方向に対して0°,45°, 90°の3方向から試験片を採取した.また, 鋳塊からも引張試験片を採取した.試験温度 は常温,200,300の3条件で行った. 引張速度は3mm/minで行ない,引張強さ, 伸び,n値(加工硬化指数),r値(塑性ひず み比)を測定した.1条件について3本試験 を行ない,各平均値を測定値とした.

3.4 エリクセン試験

各圧延板,および鋳塊から 75mmの円形 ブランク試験片を作製した.試験は上ロール 接触面側をポンチ側として,試験速度は 6.0mm/min,試験温度は常温,200,300 の3条件で行った.各条件3回試験を行ない, その平均値を測定値とした.なお,ポンチと 板の間の潤滑にはテフロンシート(厚さ 0.1mm)を用いた.

3.5 深絞り試験

圧延板から円形ブランク加工して試験片 とした.試験は上ロール接触面側をポンチ 側として,直径 30mmのポンチで,ポンチ 速度を 10.0mm/min として限界絞り比を 求めた.試験温度は常温で行ない,カップ の破断あるいはしわが発生することなく絞 り込まれたブランク直径をから,限界絞り 比を決定した.

3.6 集合組織試験

圧延板から直径 40mm の試験片をエメリ ー紙で#2000 まで表面研磨した後に,バフ研 磨した.

集合組織は X 線回折装置(株式会社リガク 製)を使用し、シュルツの反射法によって極点 図を求めた.

4. 試験結果および考察

4.1 組織観察

圧延温度 300 における同周速圧延板の 200 倍の組組織写真を Fig.1 に示す.また, 同倍率の異周速圧延板を Fig.2 に示す.いず れの写真についても,左が圧延方向である. 異周速圧延板,同周速圧延板ともに圧延方向 に対して伸びた結晶粒は認められず,圧延中 に再結晶した等軸粒が認められる.Table.3 に各圧延板の平均結晶粒径を示す.圧延温度 が高くなると結晶粒径が大きくなり,異周速 圧延板と同周速板で平均結晶粒径は同程度 であった.



Fig.1 Optical micrograph of S0330



Fig.2 Optical micrograph of A0330

Table.3 Grain size of rolled sheet

		Designation	Grain size (µm)
/mmetric rolling		A0320	\backslash
	rolling	A0325	3.2
Asy		A0330	7.3
ric		S0320	1.2
mmet	rolling	S0325	3.3
Sy		S0330	7.2

4.2 硬さ試験

各圧延板の硬さを Fig.3 に示す.異周速圧 延板,同周速圧延板ともに圧延温度が下がる につれて硬さが高くなる.これは,圧延温度 が低くなると,加工硬化が残留することに加 えて結晶粒径が小さいことによる.また,同 じ圧延温度で比較した場合,わずかであるが 同周速圧延板が異周速圧延板よりも硬さが 高い傾向である.

4.3 引張試験

Fig.4 に各圧延板の常温における引張強さ を示す.異周速圧延板,同周速圧延板ともに, 圧延温度が低下するとともに,引張強さは向 上している.この結果も硬さと同様に,加工 硬化の残留と結晶粒径の影響による.同圧延 温度で比較した場合,異周速圧延板と同周速 圧延板での引張強さの差はほとんど確認さ れなかった.

Fig.5 に各圧延板の常温における伸びを示す.圧延温度が下がるにつれて,伸びが向上する傾向であり,同周速圧延板に比べて異周速圧延板の伸びが高い.

Fig.6 に各圧延板の常温における n 値を示す.異周速圧延板では,圧延温度が高くなるにつれ,n値が向上する。同周速圧延板では, 異周速圧延板よりも高いn値を示した.

Fig.7 に各圧延板の常温における r 値を示す.同周速圧延板では,r 値は圧延温度に関係なく,ほぼ一定の値を示した.異周速圧延板は高いr 値を示した.

4.4 エリクセン試験

Fig.8 に各圧延板の常温におけるエリクセン値を示す.圧延温度を下げることによって 同周速圧延板では若干エリクセン値の向上が見られたが,異周速圧延板はほぼ同程度で あった.しかし同圧延温度で比較した場合, 異周速圧延板が同周速圧延板より若干高い エリクセン値を示した.また,鋳塊材が圧延 材よりも高いエリクセン値を示した.

4.5 深絞り試験

Fig.9 に各圧延板の常温における限界絞り 比を示す.圧延温度を下げることによって若



干の限界絞り比の低下が見られた.また,圧 延温度が同じであれば,限界絞り比は異周速 圧延板でも同周速圧延板でもほぼ変わらな かった.

4.6 集合組織試験

Fig.10に圧延温度250 による異周速圧延 板の集合組織を示す.極点図中心部に強い集 積が認められた.六方晶の(0001)面が圧延面 と平行に配列した強い結晶集合組織である. 圧延条件による集合組織の大きな変化は認 められなかった.

5. 結言

- 引張強さ,硬さ,結晶粒径においては, 圧延温度が同じ条件では,異周速圧延板, 同周速圧延板の間に大きな差は認められ なかった.
- (2) 異周速圧延板が同周速圧延板より高い伸 びを示した.
- (3) 異周速圧延板が,同周速圧延板よりも高 いエリクセン値を示した.
- (4) 異周速圧延板,同周速圧延板,また圧延 温度の変化による影響は少なく,同程度の限界絞り比を示した.
- (5) 圧延条件による底面集合組織への影響は ほとんどなく,ほぼ同じ形状の極点図が 観察された.



Fig.10 (0001) pole figure of sheets by asymmetric rolled(A0325)



Fig.7 r-value of rolled sheet at room temperature





Fig.9 Limiting drawing ratio of rolled sheet at room temperature